

纳米生态系统 中国

纳米生态系统 中国

乐视汽车张海亮执掌北京电咖 新能源造车再展新势力

2017-10-16

近日，风起云涌的新能源造车再度传来重磅新闻。据可靠消息，一直伴随着离职传闻的乐视汽车副董事长张海亮将正式执掌电咖汽车，任职董事长兼CEO。

7月7日，中国计算机学会（CCF

）主办，雷锋网与香港中文大

学（深圳）承办的第二届CCF-GAIR

全球人工智能与机器人峰会在深圳如期开幕。在大会第三天的医疗人工智能专场，香港大学讲席教授、尖端技术研究所所长、IEEE RAS候任主席席宁做了大会报告。

席宁教授认为，人类对于生命的理解已经到达分子和细胞的尺度，药物研发和治疗手段的创新，需要在分子和

细胞尺度上进行测量和操作的方法——

微纳机器人。他进而例举了微纳机器人用于新药开发与诊断治疗的多个例子。他认为，微纳机器人扩展了人的能力，让人们对自然的探索深入到了纳米尺度，将为人类的方方面面带来颠覆性的影响。

以下内容由雷锋网整理自席宁教授的报告，有删减：

今天我想介绍下微纳机器人在医药和新药开发的应用。

我们知道医疗主要是诊断和治疗两个方面。在工程的角度，诊断是对人体的各种异常现象进行测量。治疗，在工程的角度是改变人体细胞现有的状态。而机器人的两个重要功能：传感（Sensing）和操作（Manipulation）正好能在诊断和治疗中发挥重要作用。

我们首先回顾人类和疾病做斗争的历史，开始的时候，诊断是看病人的气色好不好，中医看舌苔、看气色、脸色好不好。以后有了X光技术，可以看到身体里面，看到肺等器官，从器官的形态来诊断病人的身体状态。现在医学发展到了细胞、分子阶段，医疗诊断也一样。我们需要把诊断技术降到微米、纳米的尺度，在细胞分子的尺度进行Sensing，提供新的诊断方式。

治疗也是一样，开始是器官的角度，针对器官进行操作，以西医为例，器官的修补和切除都在这个尺度。随着分子生物学的发展，手术开始在细胞层次、DNA分子层面上开展，而DNA分子是控制细胞生长发育的核心密码，而细胞是组成器官组织的基本单元，将从更根本的原因上解决人类的疾病问题。同时，随着尺度的降低就需要更小的尺度上的Sensing和Manipulation方法。

新药开发为什么需要这个？

最传统的中药，是人类通过几百上千年的积累，通过不断的试验总结出来的，是时间积累的
结果。传统的新药开发则是以靶点为基础的新药开发，即基于信号通路转导(Signaling pathway)
)的新药研发这样全面看到疾病和各种因素之间的关系，对副作用考虑比较全面，这个层次进行新药
开发需要新的手段和新的技术，即分子和细胞的层次上的Sensing和Manipulation
, 这同时为机器人的发展提供了新的应用领域。

药物开发是人类和疾病做斗争里很重要的一部分。现在人类面临很大的挑战，是新药开发的成本越来越高，开发一个药物需要10-15亿美元，耗费近10
年时间。现在新药开发的投资每年不断增长，但药的数量基本上是持平的，说明新药出现的很少，成本不断提高投入与产出的差距越来越大。

与此同时，目前新的疾病越来越多，几十年前很多病没有听说过，但现在出现很多新病，药的数量没有增加，成本越来越高。这是人类和疾病做斗争很大的问题。解决这个问题需要开辟新的新药开发的途径，必须利用新技术才能改变现状。

超限机器人

机器人和自动化技术能不能帮助我们解决这个问题？

人工智能、机器人是很热的领域，在制造行业和生活里起到很大的作用，而且在新药和医疗诊断和治疗方面，同样也会起到很大的作用。

机器人最开始是代替人（机器换人），用来做人可以做但是不愿意做的事情，比如高重复性的劳动，但随着机器人技术的发展，机器人已经从简单的代替人变成了扩展人，不仅仅是代替人做人不愿意做的事，同时做人做不了的事。比如，机器人和现代信息技术、网络技术结合起来，机器人能在很远的地方进行操作，可以帮助人克服距离带来的困难。

机器人在很小的尺度里进行操作和测量，意思是它可以克服尺度给人类带来的困难，在人看不见、摸不着的环境中进行操作和测量。这样的话，它在医疗诊断和新药开发里面就有很多应用。同时机器人还可以进入人很难进入的环境，比如生理环境，进入人的身体，帮助人克服环境给人带来的困难。尺度太小、太远、环境太特殊，人就做不了，但有了机器人的帮助，我们就可以克服这些困难。机器人帮助我们超越了人的能力极限，超过了尺度、距离、环境给人带来的限制。

这就是超限机器人，让机器人扩展人的限度，做人做不了的事情。这种技术在新药开发和医疗诊断里面有很大的应用。

传统概念中，机器人在制造业，比如汽车制造业，起到很大的作用。我们现在想怎么样把自动化机器人在汽车制造、生产制造里面的技术，移植到新药开发、移植到医疗

诊断和治疗，克服我刚才说的新药开发、医疗诊断中人类面临的挑战。

潜在的经济价值是非常大

的。根据统计，汽车工业的产值是7280亿美元，里面有5080

亿是由自动化和机器人的使用所带来的价值。也就是说，没有机器人和自动化，就不会有汽车产业的今天，也就不会有人类今天所拥有的物质文明。

而全球制药工业比汽车工业还要大，而且现在新药开发过程中自动化程度非常低，汽车制造中机器人已经大规模使用，但新药研发多还在实验室里依靠手工操作完成，自动化程度非常低。按照经济学相似的统计原理，如果我们把机器人和自动化用于新药开发，潜在的经济价值极大并远超汽车工业。

纳米机器人用于新药开发

我们怎么把自动化和机器人的概念用于新药开发呢？

我们想象，像今天的流水线一样，传送带不断把细胞送进机器人的工作空间中来，，机器人把不同的药物放到细胞上，同时对细胞进行测量，测量不同的靶点、测量不同药的作用。

整个过程的自动化，要达到这个目的有几个关键技术：一是自动化运输；二是自动化给药和自动化测量给药。

这在汽车工业和制造行业都基本实现了。但最大的不同是，汽车的装配制造，所有的

零件尺寸都差不多，是结构化的环境，所有东西都是人制造的。但是新药开发中，每个细胞长的不一样，它是非结构化的（unstructured），所以从感知控制和规划方面，对机器人技术提出了新的挑战。

为了迎接挑战，我们做了几方面的工作。首先机器人要有操作的手段，我们发展了纳米操作机器人，可以在纳米尺度上对物体进行操作和测量，这是非常重要的。机器人要做操作，最重要的是把看不见摸不着的东西，变得既能看到又能摸着，这样才能把药放在特定的位置，才能测量药的效果。

比如，上图中右边显示的是一个纳米操作机器人，人用操纵杆进行操作。机器人可以在里面运动，右图下面是一个细胞，我们可以做一些手术，把某些部分切除或者放些药物在上面。

要做到这点，要把纳米尺度的环境显示出来，这样人才能看见、才能进行操作。我们发现一种技术，能高速的在纳米尺度下进行成像，产生像视频一样的实时图像，这样能够帮助操作。我们用了压缩感知的原理，因为尺度非常小，要高速的对环境进行测量，因为光学是看不见的，尺度太小，要用原子力显微镜、电子显微镜测量。

上图是一个实时的图像，是DNA分子在液体里晃动。我们可以实时测量DNA分子的运动，这是很小的尺度，因为DNA分子的直径只有1-2纳米。

这是进行操控和测量的基本的东西。有了这之后，我们就可以进行操作。

上图左边是一个DNA分子，红色的是纳米机器人。我们让纳米机器人沿着DNA分子进行运动，保持在DNA分子上，这样就要求位置控制的精度在1-2纳米。它的作用是，我们知道DNA最重要的是测序，测序后能够对未来的疾病进行预测。测序是对ATCG四种不同的分子进行测量，如果一个纳米机器人沿着走，就能很快知道分子组成，这是快速对DNA进行测序的方法。

成像很重要，但同时要进行操作。操作的时候要在微纳米尺度上要进行手术，手术要求机器人的终端执行器具有一定的刚度，而成像感知则要求终端执行器非常的柔软因此在操作和成像之间存在矛盾。比如一个纳米级的探针，如果很小、很软，你要推一个东西时，就会变弯推不动，这给纳米尺度上进行操作带来了很大的困难。但不能做得刚度很大，如果刚度过大，摸到一个很软的东西，会不知道它的软硬，导致传感和测量的精度降低。

我们解决这个矛盾的办法是，在探针上加了一个驱动器，通过控制驱动器能改变探针的机械特性，使得探针的刚度可调，测量的时候变得很软，很容易测量环境的软硬。同时操作的时候让它变得很硬。

比如上图中的纳米线，大概仅100

纳米，是头发直径的千分之一。黑的是探针，我们加上控制信号后，探针本身就变硬了，就可以推动。探针通过改变机械特性，就可以达到我们的目的。这是微纳米操作里是很重要的例子。

纳米机器人用于诊断治疗

机器人相关的技术，医疗诊断治疗里面有什么应用？

比如治疗皮肤病中的牛皮癣。牛皮癣是一种免疫疾病。人皮肤中上皮细胞与细胞之间有一种蛋白质Desmosome

。由于

一些免疫疾病

，人体会产生一种抗体（一

种蛋白质），它会攻击并破坏Desmosome

，在人体表面形成很多水泡，而且会烂。当时整个过程的机制并不清楚，有人猜测是抗体的原因，还有人猜测可能是信号传导的过程导致的。

因

为环

境限度的

原因，研究起来非

常困难。我们的办法是，用纳米机器

人机械的把Desmosome

切开。或是用纳米机器人把抗体直接放到Desmosome

上，看会不会破坏。通过机械切割和抗体作用的对比，就可以试验出来两者之间的异同进而为确定这种疾病的产生原因提供帮助。

最后通过我们的研究证明，这种皮肤病不是机械作用所产生的，而是信号传导所引起的，因此工具和技术的提升让原来很难研究的问题变得容易。

我们还可以用这个方法研究干细胞的分解。干细胞很重要，但预测它什么时候分解，在什么条件下分解，对分解的状态进行测量，是非常难的事。由于有纳米机器人，可以对一些干细胞的机械特性进行实时测量，预测出来分解的状态。

另一个应用纳米机器人在治疗领域比较成功的例子，是淋巴瘤。淋巴瘤治疗有一种特效药——

美罗华，这是一种靶向药物并在临床上得到了极大成功应用。但是却存在耐药性差异问题，即这种药物对有的人有效，有的人没效。该药物价格昂贵，治疗成本高，如果不能预先了解治疗效果，不但浪费金钱同时耽误了宝贵的治疗时机。所以需要一种方法，在治疗之前预测治疗效果怎么样。

我们用纳米机器人取出病人身上的癌细胞，发现只有当癌细胞靶点与药物结合力达到一定程度时，才会有作用。通过这个研究，可以预测采用靶点治疗以后的效果会是什么样，这在临床上的意义是非常大的。

还有一个例子是研究细胞黏合力。细胞黏合力的大小直接影响伤口的愈合。它还有一个很重要的作用是用于假肢领域。现在有一种成功的方法，是把钢管插到骨头里，让假肢的效果跟真人一样。但里面有一个很大的问题，即钢管插到腿里，皮肉要长在钢管外面，但往往会产生缝隙，会让细菌引起感染，时间长了以后会引起骨头感染，导致最后还是要取掉假肢。人们期望对细胞的黏合力开展研究，特别是细胞和假肢之间的黏合力，了解其中的机制后，就可以通过一系列的办让它黏合的很好，防止感染。

。

这很难。比如细胞的黏合力怎么测量？通过纳米机器人开发了一个办法，可以实时测量，从而研究不同的药物对黏合力的影响。

还有一个应用是对离子通道离子电流的测量。实时测量离子通道的电流，对于了解细胞的生理功能和治疗很多疾病有很重要的意义。但是测量很难，以前传统的方法叫膜片钳，它是一种技术活，要练很多年才能测。现在用纳米机器人技术能很准确的定位，很准确的进行测量，将原来很复杂的过程变得很简单了，能高速的进行测量。

人的耳朵里有内耳细胞，内耳细胞表面有很多纤毛，就像天线一样。当空气中的振动传导耳蜗后，会引起纤毛的弯曲形变，进而打开特定的离子通道，产生信号并让人听到声音。由于离子通道的问题，会让很多人失聪。所以要研究一种药物改变这种现象，但研究药物的过程中要有办法实时测量，看药物能不能让离子通道正常。

但这种测量很难，因为要在细胞上离子通道进行测量，同时还要产生机械刺激，使得纤毛产生弯曲形变，这需要在很小的尺度上进行精确操作，非常困难。利用纳米机器人，我们不但可以对这些纤毛进行超微超精确的机械刺激，同时还能对离子通道进行测量，这样就通过试不同的药物，了解其治疗效果。

总结来说，人类对生命的认知已经到了分子和细胞尺度。因此无论是药物开发还是治疗手段的创新，都需要在分子和细胞尺度上的测量和操作的工具，进而把传统的手术从器官的水平缩小到分子和细胞的水平，这样帮助我们进行医疗诊断，帮助我们进行新药开发，从而产生很多新的诊断和治疗的方法，来应对人类面对的疾病。

